

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Kiyohisa TATEYAMA, et al.

GAU:

SERIAL NO: New Application

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: DEVELOPING METHOD AND APPARATUS

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.

☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. Date Filed

☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

COUNTRY

Japan

APPLICATION NUMBER

2002-332578

MONTH/DAY/YEAR

November 15, 2002

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

☒ are submitted herewith

☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

☐ were filed in prior application Serial No. filed

☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number

Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and

☐ (B) Application Serial No.(s)

☐ are submitted herewith

☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.


C. Irvin McClelland

Registration No. 21,124

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 05/03)

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 1 月 1 5 日
Date of Application:

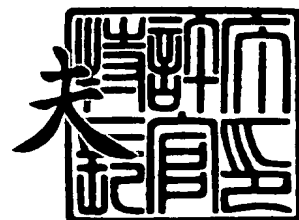
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 3 2 5 7 8
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 3 3 2 5 7 8]

出 願 人 東京エレクトロン株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 8 月 1 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 6 1 7 8 2

【書類名】 特許願

【整理番号】 JPP023103

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H01L 21/027

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 T B S 放送センター
 東京エレクトロン株式会社内

 【氏名】 立山 清久

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 T B S 放送センター
 東京エレクトロン株式会社内

 【氏名】 野村 雅文

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 T B S 放送センター
 東京エレクトロン株式会社内

 【氏名】 篠木 武虎

【特許出願人】

 【識別番号】 000219967

 【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号

 【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100086564

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 佐々木 聖孝

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 034290

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9114346

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 現像方法及び現像装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被処理基板上のレジスト膜に対する現像処理に用いられたアルカリ性の現像液を回収する工程と、

回収された前記現像液のレジスト濃度を測定する工程と、

現像均一性を得るための前記レジスト濃度の測定値に対応するアルカリ濃度値を割り出す工程と、

割り出した前記アルカリ濃度値になるように前記現像液の成分を調整する工程と、

成分調整された前記現像液を前記現像処理に再利用する工程と

を有する現像方法。

【請求項 2】 前記レジスト濃度測定工程では、吸光光度法によって前記レジスト濃度を測定する請求項 1 に記載の現像方法。

【請求項 3】 前記レジスト濃度測定工程が、前記現像液を所定の混合比で所定の溶媒により希釈して希釈現像液を得る工程と、前記希釈現像液のレジスト濃度を吸光光度法によって測定する工程と、前記希釈現像液より求めたレジスト濃度測定値を希釈前の前記現像液のレジスト濃度測定値に換算する工程とを含む請求項 2 に記載の現像方法。

【請求項 4】 前記現像液成分調整工程が、前記現像液のアルカリ濃度を測定する工程と、前記アルカリ濃度の測定値が前記割り出されたアルカリ濃度値に一致するまで前記現像液に現像液原液および／または溶媒を加える請求項 1～3 のいずれか一項に記載の現像方法。

【請求項 5】 被処理基板上のフォトリジスト膜に対する現像処理に用いたアルカリ性の現像液を回収する工程と、

回収された前記現像液のアルカリ濃度を測定する工程と、

現像均一性を得るための前記アルカリ濃度の測定値に対応するレジスト濃度値を割り出す工程と、

割り出した前記レジスト濃度値になるように前記現像液の成分を調整する工程

と、

成分調整された前記現像液を前記現像処理に再利用する工程と
を有する現像方法。

【請求項 6】 前記アルカリ濃度測定工程では、導電率測定法によって前記アルカリ濃度を測定する請求項 5 に記載の現像方法。

【請求項 7】 前記現像液成分調整工程が、前記現像液のレジスト濃度を測定する工程と、前記レジスト濃度の測定値が前記割り出されたレジスト濃度値に一致するまで前記現像液に現像液原液および／または溶媒を加える請求項 5 または 6 に記載の現像方法。

【請求項 8】 前記現像液は TMAH 水溶液であり、前記アルカリ濃度は TMAH 濃度である請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の現像方法。

【請求項 9】 被処理基板上のフォトリソ膜の不要な部分をアルカリ性の現像液で溶解する現像処理を行う処理部と、

前記処理部の現像処理に用いられた現像液を回収する回収部と、

回収された前記現像液のレジスト濃度を測定するレジスト濃度測定部と、

現像均一性を得るための前記レジスト濃度測定値に対応するアルカリ濃度値を割り出すアルカリ濃度割り出し部と、

割り出された前記アルカリ濃度値になるように前記現像液の成分を調整する現像液調合部と、

前記現像液調合部で成分調整された前記現像液を再利用のため前記処理部へ供給する現像液供給部と

を有する現像装置。

【請求項 10】 前記現像液調合部が、前記現像液を収容する現像液容器と、前記現像液容器に前記現像液の原液を供給するための原液供給部と、前記現像液容器に溶媒を供給するための溶媒供給部と、前記現像液容器から現像液を排出するための現像液排出部と、前記現像液容器内の前記現像液のアルカリ濃度を測定するためのアルカリ濃度測定部と、前記アルカリ濃度測定部で得られるアルカリ濃度測定値が前記アルカリ濃度割り出し部で割り出されたアルカリ濃度値に一致するように前記現像液容器より排出される前記現像液の量、前記原液供給部より

前記現像液容器に供給される前記原液の量および／または前記溶媒供給部より前記現像液容器に供給される前記溶媒の量を制御する制御部とを有する請求項 9 に記載の現像装置。

【請求項 11】 被処理基板上のフォトリソ膜の不要な部分をアルカリ性の現像液により溶解する現像処理を行う処理部と、

前記処理部の現像処理に用いられた現像液を回収する回収部と、

回収された前記現像液のアルカリ濃度を測定するアルカリ濃度測定部と、

現像均一性を得るための前記アルカリ濃度測定値に対応するレジスト濃度値を割り出すレジスト濃度割出し部と、

割り出された前記レジスト濃度値になるように前記現像液の成分を調整する現像液調合部と、

前記現像液調合部で成分調整された前記現像液を再利用のため前記処理部へ供給する現像液供給部と

を有する現像装置。

【請求項 12】 前記現像液調合部が、前記現像液を収容する現像液容器と、前記現像液容器に前記現像液の原液を供給するための原液供給部と、前記現像液容器に溶媒を供給するための溶媒供給部と、前記現像液容器から現像液を排出するための現像液排出部と、前記現像液容器内の前記現像液のレジスト濃度を測定するためのレジスト濃度測定部と、前記レジスト濃度測定部で得られるレジスト濃度測定値が前記レジスト濃度割出し部で割り出されたレジスト濃度値に一致するように前記現像液容器より排出される前記現像液の量、前記原液供給部より前記現像液容器に供給される前記原液の量および／または前記冷媒供給部より前記現像液容器に供給される前記冷媒の量を制御する制御部とを有する請求項 11 に記載の現像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、フォトリソグラフィにおける現像方法および現像装置に係り、特に現像液を再利用する技術に関する。

【0002】**【従来の技術】**

液晶ディスプレイ（LCD）や半導体デバイス製造のフォトリソグラフィーでは、被処理基板（ガラス基板、半導体ウエハ等）にフォトレジストを塗布し（レジスト塗布工程）、レジスト上にマスクパターンを焼き付けてから（露光工程）、レジストの感光部もしくは非感光部を選択的に現像液に溶解させて（現像工程）、基板表面にレジストパターンを形成するようにしている。

【0003】

一般に、フォトレジストの現像液にはアルカリ水溶液が使用されている。特に、アルカリ金属を嫌うLCDや半導体のプロセスでは、有機アルカリであるTMAH（テトラメチルアンモニウムヒドロキシド）の2.38%水溶液が広く使用されている。

【0004】

従来より、LCDプロセスの現像装置では、基板1枚当たりの現像液消費量を節約するために、現像処理に用いた現像液を循環させて再利用するシステムが用いられている（たとえば、特許文献1、特許文献2および特許文献3参照）。この種の現像液循環再利用システムは、現像処理部より回収した現像液に新液（2.38%TMAH水溶液）を加えたり、あるいは原液（たとえば20%TMAH水溶液）や純水等を加えるなどしてTMAH濃度を基準濃度（2.38%）に戻し、この基準濃度（2.38%）のTMAH水溶液を再生現像液として現像処理部に供給するようにしている。

【0005】**【特許文献1】**

特開平8-45832号公報（第4-5頁、図2）

【特許文献2】

特開平9-7939号公報（図4）

【特許文献3】

特開平10-321517号公報（第4-5頁、図2）

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記のように現像液のTMAH濃度を基準濃度（2.38%）に復元または維持する従来の現像液循環再使用システムでは、現像液リサイクルの回数を増やすと、現像均一性、特に線幅均一性（CD均一性）を維持することが難しくなるという問題があった。つまり、リサイクル数が増えるにつれて、現像液中に溶け込むレジストの量が増加するため、TMAH濃度を基準濃度（2.38%）に維持しても、レジスト量またはレジスト含有率の増加する分だけ現像液中の溶媒（水）の重量比が減少することと、レジスト成分（樹脂）に現像を促進する作用があることが相俟って、現像レートが増大し、線幅が減少傾向に変動しやすくなる。

【0007】

本発明は、かかる従来技術の問題点に鑑みてなされたもので、現像液を多数回再利用しても現像均一性を保証できるようにした現像方法および現像装置を提供することを目的とする。

【0008】

本発明の別の目的は、現像液の消費量を大幅に節減できる現像方法および現像装置を提供することにある。

【0009】**【課題を解決するための手段】**

上記の目的を達成するために、本発明の第1の現像方法は、被処理基板上のフォトリソ膜の不要な部分を溶解するための現像処理に用いたアルカリ性の現像液を回収する工程と、回収された前記現像液におけるレジストの濃度を測定する工程と、現像均一性を得るための前記レジスト濃度測定値に対応するアルカリ濃度値を割り出す工程と、割り出した前記アルカリ濃度値になるように前記現像液の成分を調整する工程と、成分調整された前記現像液を前記現像処理に再利用する工程とを有する。

【0010】

また、本発明の第1の現像装置は、被処理基板上のフォトリソ膜の不要な部分をアルカリ性の現像液で溶解する現像処理を行う処理部と、前記処理部の現

像処理に用いられた現像液を回収する回収部と、回収された前記現像液のレジスト濃度を測定するレジスト濃度測定部と、現像均一性を得るための前記レジスト濃度測定値に対応するアルカリ濃度値を割り出すアルカリ濃度割り出し部と、割り出された前記アルカリ濃度値になるように前記現像液の成分を調整する現像液調合部と、前記現像液調合部で成分調整された前記現像液を再利用のため前記処理部へ供給する現像液供給部とを有する。

【0011】

上記第1の現像方法または装置では、現像液を再利用するに際して、現像レートに対するレジスト成分の影響をレジスト濃度（測定値）に応じてキャンセルするようなアルカリ濃度値に現像液の成分を調整することにより、現像均一性を確保することができる。好ましくは、レジスト濃度の測定に吸光光度法を用いてよい。この場合、レジスト濃度の測定範囲に限界があるときは、好ましくは、現像液を所定の混合比で所定の溶媒により希釈して希釈現像液を得てよく、この希釈現像液のレジスト濃度を吸光光度法によって測定してから、その希釈現像液のレジスト濃度測定値を希釈前の現像液のレジスト濃度測定値に換算してよい。

【0012】

また、現像液の成分調整に際して、好ましくは、現像液のアルカリ濃度を測定し、アルカリ濃度測定値が上記割り出されたアルカリ濃度値に一致するまで現像液に現像液原液および／または溶媒を加えるようにしてよい。装置的には、現像液調合部が、現像液を収容する現像液容器と、この現像液容器に現像液の原液を供給するための原液供給部と、現像液容器に溶媒を供給するための溶媒供給部と、現像液容器から現像液を排出するための現像液排出部と、現像液容器内の現像液のアルカリ濃度を測定するためのアルカリ濃度測定部と、このアルカリ濃度測定部で得られるアルカリ濃度測定値がアルカリ濃度割り出し部で割り出されたアルカリ濃度値に一致するように現像液容器より排出される現像液の量、原液供給部より現像液容器に供給される原液の量および／または溶媒供給部より現像液容器に供給される溶媒の量を制御する制御部とを有する構成が好ましい。

【0013】

本発明の第2の現像方法は、被処理基板上のフォトリソレジスト膜に対する現像処

理に用いたアルカリ性の現像液を回収する工程と、回収された前記現像液のアルカリ濃度を測定する工程と、現像均一性を得るための前記アルカリ濃度測定値に対応するレジスト濃度値を割り出す工程と、割り出した前記レジスト濃度値になるように前記現像液の成分を調整する工程と、成分調整された前記現像液を前記現像処理に再利用する工程とを有する。

【0014】

また、本発明の第2の現像装置は、被処理基板上のフォトリソ膜の不要な部分をアルカリ性の現像液により溶解する現像処理を行う処理部と、前記処理部の現像処理に用いられた現像液を回収する回収部と、回収された前記現像液のアルカリ濃度を測定するアルカリ濃度測定部と、現像均一性を得るための前記アルカリ濃度測定値に対応するレジスト濃度値を割り出すレジスト濃度割出し部と、割り出された前記レジスト濃度値になるように前記現像液の成分を調整する現像液調合部と、前記現像液調合部で成分調整された前記現像液を再利用のため前記処理部へ供給する現像液供給部とを有する。

【0015】

上記第2の現像方法または装置では、現像液を再利用するに際して、現像レートに対するレジスト成分の影響をアルカリ濃度（測定値）に応じてキャンセルするようなレジスト濃度値に現像液の成分を調整することにより、現像均一性を確保することができる。好ましくは、アルカリ濃度の測定に導電率測定法を用いてよい。

【0016】

また、現像液の成分調整に際して、好ましくは、現像液のレジスト濃度を測定し、レジスト濃度測定値が上記割り出されたレジスト濃度値に一致するまで現像液に現像液原液および／または溶媒を加えるようにしてよい。装置的には、現像液調合部が、現像液を収容する現像液容器と、この現像液容器に現像液の原液を供給するための原液供給部と、現像液容器に溶媒を供給するための溶媒供給部と、現像液容器から現像液を排出するための現像液排出部と、現像液容器内の現像液のレジスト濃度を測定するためのレジスト濃度測定部と、このレジスト濃度測定部で得られるレジスト濃度測定値がレジスト濃度割出し部で割り出されたレ

ジスト濃度値に一致するように現像液容器より排出される現像液の量、原液供給部より現像液容器に供給される原液の量および／または冷媒供給部より現像液容器に供給される冷媒の量を制御する制御部とを有する構成が好ましい。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下、添付図を参照して本発明の好適な実施形態を説明する。

【0018】

図1に、本発明の現像方法および現像装置を適用できる一構成例としての塗布現像処理システムを示す。この塗布現像処理システム10は、クリーンルーム内に設置され、たとえばLCD基板を被処理基板とし、LCD製造プロセスにおいてフォトリソグラフィ工程の中の洗浄、レジスト塗布、プリベーク、現像およびポストベーク等の各処理を行うものである。露光処理は、このシステムに隣接して設置される外部の露光装置12で行われる。

【0019】

この塗布現像処理システム10は、中心部に横長のプロセスステーション(P/S)16を配置し、その長手方向(X方向)両端部にカセットステーション(C/S)14とインタフェースステーション(I/F)18とを配置している。

カセットステーション(C/S)14は、システム10のカセット搬入出ポートであり、基板Gを多段に積み重ねるようにして複数枚収容可能なカセットCを水平方向たとえばY方向に4個まで並べて載置可能なカセットステージ20と、このステージ20上のカセットCに対して基板Gの出し入れを行う搬送機構22とを備えている。搬送機構22は、基板Gを保持できる手段たとえば搬送アーム22aを有し、X、Y、Z、 θ の4軸で動作可能であり、隣接するプロセスステーション(P/S)16側と基板Gの受け渡しを行えるようになっている。

【0020】

プロセスステーション(P/S)16は、システム長手方向(X方向)に延在する平行かつ逆向きの一対のラインA、Bに各処理部をプロセスフローまたは工程の順に配置している。より詳細には、カセットステーション(C/S)14側からインタフェースステーション(I/F)18側へ向う上流部のプロセスライ

ンAには、洗浄プロセス部24と、第1の熱的处理部26と、塗布プロセス部28と、第2の熱的处理部30とを横一列に配置している。一方、インタフェースステーション(I/F)18側からカセットステーション(C/S)14側へ向う下流部のプロセスラインBには、第2の熱的处理部30と、現像プロセス部32と、脱色プロセス部34と、第3の熱的处理部36とを横一列に配置している。このライン形態では、第2の熱的处理部30が、上流側のプロセスラインAの最後尾に位置するとともに下流側のプロセスラインBの先頭に位置しており、両ラインA、B間に跨っている。

【0021】

両プロセスラインA、Bの間には補助搬送空間38が設けられており、基板Gを1枚単位で水平に載置可能なシャトル40が図示しない駆動機構によってライン方向(X方向)で双方向に移動できるようになっている。

【0022】

上流部のプロセスラインAにおいて、洗浄プロセス部24は、スクラバ洗浄ユニット(SCR)42を含んでおり、このスクラバ洗浄ユニット(SCR)42内のカセットステーション(C/S)10と隣接する場所にエキシマUV照射ユニット(e-UV)41を配置している。スクラバ洗浄ユニット(SCR)42内の洗浄部は、LCD基板Gをコロ搬送またはベルト搬送により水平姿勢でラインA方向に搬送しながら基板Gの上面(被処理面)にブラッシング洗浄やブロー洗浄を施すようになっている。

【0023】

洗浄プロセス部24の下流側に隣接する第1の熱的处理部26は、プロセスラインAに沿って中心部に縦型の搬送機構46を設け、その前後両側に複数のユニットを多段に積層配置している。たとえば、図2に示すように、上流側の多段ユニット部(TB)44には、基板受け渡し用のパスユニット(PASS)50、脱水ベーク用の加熱ユニット(DHP)52、54およびアドヒージョンユニット(AD)56が下から順に積み重ねられる。ここで、パスユニット(PASS)50は、スクラバ洗浄ユニット(SCR)42側と基板Gの受け渡しを行うために用いられる。また、下流側の多段ユニット部(TB)48には、基板受け渡

し用のパスユニット (PASS) 60、冷却ユニット (CL) 62、64およびアドヒージョンユニット (AD) 66が下から順に積み重ねられる。ここで、パスユニット (PASS) 60は、塗布プロセス部28側と基板Gの受け渡しを行うためのものである。

【0024】

図2に示すように、搬送機構46は、鉛直方向に延在するガイドレール68に沿って昇降移動可能な昇降搬送体70と、この昇降搬送体70上で θ 方向に回転または旋回可能な旋回搬送体72と、この旋回搬送体72上で基板Gを支持しながら前後方向に進退または伸縮可能な搬送アームまたはピンセット74とを有している。昇降搬送体70を昇降駆動するための駆動部76が垂直ガイドレール68の基端側に設けられ、旋回搬送体72を旋回駆動するための駆動部78が昇降搬送体70に取り付けられ、搬送アーム74を進退駆動するための駆動部80が回転搬送体72に取り付けられている。各駆動部76、78、80はたとえば電気モータ等で構成されてよい。

【0025】

上記のように構成された搬送機構46は、高速に昇降ないし旋回運動して両隣の多段ユニット部 (TB) 44、48の中の任意のユニットにアクセス可能であり、補助搬送空間38側のシャトル40とも基板Gを受け渡しできるようになっている。

【0026】

第1の熱的处理部26の下流側に隣接する塗布プロセス部28は、図1に示すように、レジスト塗布ユニット (CT) 82、減圧乾燥ユニット (VD) 84およびエッジリムーバ・ユニット (ER) 86をプロセスラインAに沿って一列に配置している。図示省略するが、塗布プロセス部28内には、これら3つのユニット (CT) 82、(VD) 84、(ER) 86に基板Gを工程順に1枚ずつ搬入・搬出するための搬送装置が設けられており、各ユニット (CT) 82、(VD) 84、(ER) 86内では基板1枚単位で各処理が行われるようになっている。

【0027】

塗布プロセス部 28 の下流側に隣接する第 2 の熱的处理部 30 は、上記第 1 の熱的处理部 26 と同様の構成を有しており、両プロセスライン A, B の間に縦型の搬送機構 90 を設け、プロセスライン A 側（最後尾）に一方の多段ユニット部（TB）88 を設け、プロセスライン B 側（先頭）に他方の多段ユニット部（TB）92 を設けている。

【0028】

図示省略するが、たとえば、プロセスライン A 側の多段ユニット部（TB）88 には、最下段に基板受け渡し用のパスユニット（PASS）が置かれ、その上にプリベーク用の加熱ユニット（PREBAKE）がたとえば 3 段積みに重ねられてよい。また、プロセスライン B 側の多段ユニット部（TB）92 には、最下段に基板受け渡し用のパスユニット（PASS）が置かれ、その上に冷却ユニット（COL）がたとえば 1 段重ねられ、その上にプリベーク用の加熱ユニット（PREBAKE）がたとえば 2 段積みに重ねられてよい。

【0029】

第 2 の熱的处理部 30 における搬送機構 90 は、両多段ユニット部（TB）88, 92 のそれぞれのパスユニット（PASS）を介して塗布プロセス部 28 および現像プロセス部 32 と基板 G を 1 枚単位で受け渡しできるだけでなく、補助搬送空間 38 内のシャトル 40 や後述するインタフェースステーション（I/F）18 とともに基板 G を 1 枚単位で受け渡しできるようになっている。

【0030】

下流部のプロセスライン B において、現像プロセス部 32 は、基板 G を水平姿勢で搬送しながら一連の現像処理工程を行う、いわゆる平流し方式の現像ユニット（DEV）94 を含んでいる。

【0031】

現像プロセス部 32 の下流側には脱色プロセス部 34 を挟んで第 3 の熱的处理部 36 が配置される。脱色プロセス部 34 は、基板 G の被処理面に i 線（波長 365 nm）を照射して脱色処理を行うための i 線 UV 照射ユニット（i-UV）96 を備えている。

【0032】

第3の熱的处理部36は、上記第1の熱的处理部26や第2の熱的处理部30と同様の構成を有しており、プロセスラインBに沿って縦型の搬送機構100とその前後両側に一对の多段ユニット部(TB)98, 102を設けている。

【0033】

図示省略するが、たとえば、上流側の多段ユニット部(TB)98には、最下段にパスユニット(PASS)が置かれ、その上にポストベーキング用の加熱ユニット(POBAKE)がたとえば3段積みに重ねられてよい。また、下流側の多段ユニット部(TB)102には、最下段にポストベーキング・ユニット(POBAKE)が置かれ、その上に基板受け渡しおよび冷却用のパス・クーリングユニット(PASS・COL)が1段重ねられ、その上にポストベーキング用の加熱ユニット(POBAKE)が2段積みに重ねられてよい。

【0034】

第3の熱的处理部36における搬送機構100は、両多段ユニット部(TB)98, 102のパスユニット(PASS)およびパス・クーリングユニット(PASS・COL)を介してそれぞれi線UV照射ユニット(i-UV)96およびカセットステーション(C/S)14と基板Gを1枚単位で受け渡しだけでなく、補助搬送空間38内のシャトル40とも基板Gを1枚単位で受け渡しできるようになっている。

【0035】

インタフェースステーション(I/F)18は、隣接する露光装置12と基板Gのやりとりを行うための搬送装置104を有し、その周囲にバッファ・ステージ(BUF)106、エクステンション・クーリングステージ(EXT・COL)108および周辺装置110を配置している。バッファ・ステージ(BUF)106には定置型のバッファカセット(図示せず)が置かれる。エクステンション・クーリングステージ(EXT・COL)108は、冷却機能を備えた基板受け渡し用のステージであり、プロセスステーション(P/S)16側と基板Gをやりとりする際に用いられる。周辺装置110は、たとえばタイトラー(TITLER)と周辺露光装置(EE)とを上下に積み重ねた構成であってよい。搬送装置104は、基板Gを保持できる搬送手段たとえば搬送アーム104aを有し

、隣接する露光装置 12 や各ユニット (BUF) 106、(EXT・COL) 108、(TITLER/EE) 110 と基板 G の受け渡しを行えるようになっている。

【0036】

図 3 に、この塗布現像処理システムにおける処理の手順を示す。先ず、カセットステーション (C/S) 14 において、搬送機構 22 が、ステージ 20 上の所定のカセット C の中から 1 つの基板 G を取り出し、プロセスステーション (P/S) 16 の洗浄プロセス部 24 のエキシマ UV 照射ユニット (e-UV) 41 に搬入する (ステップ S1)。

【0037】

エキシマ UV 照射ユニット (e-UV) 41 内で基板 G は紫外線照射による乾式洗浄を施される (ステップ S2)。この紫外線洗浄では主として基板表面の有機物が除去される。紫外線洗浄の終了後に、基板 G は、カセットステーション (C/S) 14 の搬送機構 22 によって洗浄プロセス部 24 のスクラバ洗浄ユニット (SCR) 42 へ移される。

【0038】

スクラバ洗浄ユニット (SCR) 42 では、上記したように基板 G をコロ搬送またはベルト搬送により水平姿勢でプロセスライン A 方向に平流しで搬送しながら基板 G の上面 (被処理面) にブラッシング洗浄やブロー洗浄を施すことにより、基板表面から粒子状の汚れを除去する (ステップ S3)。そして、洗浄後も基板 G を平流しで搬送しながらリンス処理を施し、最後にエアナイフ等を用いて基板 G を乾燥させる。

【0039】

スクラバ洗浄ユニット (SCR) 42 内で洗浄処理の済んだ基板 G は、第 1 の熱的処理部 26 の上流側多段ユニット部 (TB) 44 内のパスユニット (PASS) 50 に搬入される。

【0040】

第 1 の熱的処理部 26 において、基板 G は搬送機構 46 により所定のシーケンスで所定のユニットを回される。たとえば、基板 G は、最初にパスユニット (P

A S S) 50 から加熱ユニット (D H P) 52, 54 の1つに移され、そこで脱水処理を受ける (ステップ S4)。次に、基板 G は、冷却ユニット (C O L) 62, 64 の1つに移され、そこで一定の基板温度まで冷却される (ステップ S5)。しかる後、基板 G はアドヒージョンユニット (A D) 56 に移され、そこで疎水化処理を受ける (ステップ S6)。この疎水化処理の終了後に、基板 G は冷却ユニット (C O L) 62, 64 の1つで一定の基板温度まで冷却される (ステップ S7)。最後に、基板 G は下流側多段ユニット部 (T B) 48 に属するパスユニット (P A S S) 60 に移される。

【0041】

このように、第1の熱的处理部 26 内では、基板 G が、搬送機構 46 を介して上流側の多段ユニット部 (T B) 44 と下流側の多段ユニット部 (T B) 48 との間で任意に行き来できるようになっている。なお、第2および第3の熱的处理部 30, 36 でも同様の基板搬送動作を行えるようになっている。

【0042】

第1の熱的处理部 26 で上記のような一連の熱的または熱系の処理を受けた基板 G は、下流側多段ユニット部 (T B) 48 内のパスユニット (P A S S) 60 から下流側隣の塗布プロセス部 28 のレジスト塗布ユニット (C T) 82 へ移される。

【0043】

基板 G はレジスト塗布ユニット (C T) 82 でたとえばスピンコート法により基板上面 (被処理面) にレジスト液を塗布され、直後に下流側隣の減圧乾燥ユニット (V D) 84 で減圧による乾燥処理を受け、次いで下流側隣のエッジリムーバ・ユニット (E R) 86 で基板周縁部の余分 (不要) なレジストを取り除かれる (ステップ S8)。

【0044】

上記のようなレジスト塗布処理を受けた基板 G は、エッジリムーバ・ユニット (E R) 86 から隣の第2の熱的处理部 30 の上流側多段ユニット部 (T B) 88 に属するパスユニット (P A S S) に受け渡される。

【0045】

第2の熱的处理部30内で、基板Gは、搬送機構90により所定のシーケンスで所定のユニットを回される。たとえば、基板Gは、最初に該パスユニット（PASS）から加熱ユニット（PREBAKE）の1つに移され、そこでレジスト塗布後のベーキングを受ける（ステップS9）。次に、基板Gは、冷却ユニット（COL）の1つに移され、そこで一定の基板温度まで冷却される（ステップS10）。しかる後、基板Gは下流側多段ユニット部（TB）92側のパスユニット（PASS）を経由して、あるいは経由せずにインタフェースステーション（I/F）18側のエクステンション・クーリングステージ（EXT・COL）108へ受け渡される。

【0046】

インタフェースステーション（I/F）18において、基板Gは、エクステンション・クーリングステージ（EXT・COL）108から周辺装置110の周辺露光装置（EE）に搬入され、そこで基板Gの周辺部に付着するレジストを現像時に除去するための露光を受けた後に、隣の露光装置12へ送られる（ステップS11）。

【0047】

露光装置12では基板G上のレジストに所定の回路パターンが露光される。そして、パターン露光を終えた基板Gは、露光装置12からインタフェースステーション（I/F）18に戻されると（ステップS11）、先ず周辺装置110のタイ틀ー（TITLER）に搬入され、そこで基板上の所定の部位に所定の情報が記される（ステップS12）。しかる後、基板Gはエクステンション・クーリングステージ（EXT・COL）108に戻される。インタフェースステーション（I/F）18における基板Gの搬送および露光装置12との基板Gのやりとりは搬送装置104によって行われる。

【0048】

プロセスステーション（P/S）16では、第2の熱的处理部30において搬送機構90がエクステンション・クーリングステージ（EXT・COL）108より露光済の基板Gを受け取り、プロセスラインB側の多段ユニット部（TB）92内のパスユニット（PASS）を介して現像プロセス部32へ受け渡す。

【0049】

現像プロセス部32では、該多段ユニット部(TB)92内のパスユニット(PASS)から受け取った基板Gを現像ユニット(DEV)94に搬入する。現像ユニット(DEV)94において基板GはプロセスラインBの下流に向って平流し方式で搬送され、その搬送中に現像、リンス、乾燥の一連の現像処理工程が行われる(ステップS13)。

【0050】

現像プロセス部32で現像処理を受けた基板Gは下流側隣の脱色プロセス部34へ搬入され、そこでi線照射による脱色処理を受ける(ステップS14)。脱色処理の済んだ基板Gは、第3の熱的处理部36の上流側多段ユニット部(TB)98内のパスユニット(PASS)に受け渡される。

【0051】

第3の熱的处理部36において、基板Gは、最初に該パスユニット(PASS)から加熱ユニット(POBAKE)の1つに移され、そこでポストベーキングを受ける(ステップS15)。次に、基板Gは、下流側多段ユニット部(TB)102内のパスクーリング・ユニット(PASS・COL)に移され、そこで所定の基板温度に冷却される(ステップS16)。第3の熱的处理部36における基板Gの搬送は搬送機構100によって行われる。

【0052】

カセットステーション(C/S)14側では、搬送機構22が、第3の熱的处理部36のパスクーリング・ユニット(PASS・COL)から塗布現像処理の全工程を終えた基板Gを受け取り、受け取った基板Gをいずれか1つのカセットCに収容する(ステップS1)。

【0053】

この塗布現像処理システム10においては、現像プロセス部32の現像ユニット(DEV)94に本発明を適用することができる。以下、図4～図8を参照して本発明を現像ユニット(DEV)94に適用した一実施形態を説明する。

【0054】

図4に、本発明の一実施形態による現像ユニット(DEV)94内の全体構成

を模式的に示す。この現像ユニット（DEV）94は、プロセスラインBに沿って水平方向（X方向）に延在する連続的な搬送路108を形成する複数たとえば8つのモジュールM1～M8を一行に連続配置してなる。

【0055】

これらのモジュールM1～M8のうち、最上流端に位置するモジュールM1で基板搬入部110を構成し、その後続く4つのモジュールM2, M3, M4, M5で現像部112を構成し、その次のモジュールM6でリンス部114を構成し、その次のモジュールM7で乾燥部116を構成し、最後尾のモジュールM8で基板搬出部118を構成している。

【0056】

基板搬入部110には、隣の基板搬送機構（図示せず）から手渡される基板Gを水平姿勢で受け取って搬送路108上に移載するための昇降可能な複数本のリフトピン120が設けられている。基板搬出部118にも、基板Gを水平姿勢で持ち上げて隣の基板搬送機構（図示せず）へ手渡すための昇降可能な複数本のリフトピン122が設けられている。

【0057】

現像部112は、より詳細には、モジュールM2にプリウエット部124を設け、モジュールM3, M4に現像処理部126を設け、モジュールM5に現像液落とし部128を設けている。プリウエット部124には、搬送路108にノズル吐出口を向け、搬送路108に沿って双方向に移動可能であり、基板にプリウエット液たとえば純水を供給するためのプリウエット液ノズルPNが1個または複数個設けられている。現像処理部126には、搬送路108にノズル吐出口を向け、搬送路108に沿って双方向に移動可能な現像液ノズルDNが1個または複数個設けられている。この構成例では、モジュールM3, M4毎に独立に移動可能な現像液ノズルDNa, DNbが設けられている。各現像液ノズルDNには後述する現像液循環再利用システム180より現像液が供給される。現像液落とし部128およびプリウエット部124には、基板Gを傾斜させるための基板傾斜機構130が設けられている。

【0058】



リンス部 114 には、搬送路 108 にノズル吐出口を向け、搬送路 108 に沿って双方向に移動可能であり、基板にリンス液たとえば純水を供給するためのリンス液ノズル RN が 1 個または複数個設けられている。

【0059】

乾燥部 116 には、搬送路 108 に沿って基板 G に付着している液（主にリンス液）を液切りするためのベーパーナイフ VN が搬送路 108 を挟んで一対または複数対設けられている。

【0060】

現像部 112、リンス部 114 および乾燥部 116 においては、搬送路 108 の下に落ちた液を受け集めるためのパン 132, 134, 136, 138 がそれぞれ設けられている。現像部 112 において、より詳細には、プリウエット部 124 と現像処理部 126 および現像液落し部 128 とにそれぞれ専用のパン 132, 134 が充てられている。各パン 132, 134, 136, 138 の底には排液口が設けられ、そこに排液管 140, 142, 144, 146 が接続されている。これらの排液管のうち排液管 142 は現像液循環再利用システム 180 に通じている。

【0061】

搬送路 108 には、基板 G をほぼ水平に載置できる搬送ローラまたはコロ 182（図 6）がプロセスライン B に沿って一定間隔で敷設されている。電気モータ（図示せず）の駆動力により伝動機構（図示せず）を介してコロ 182 が回転して、基板 G をモジュール M1 からモジュール M8 へ水平方向に搬送するようになっている。

【0062】

図 4 において、プリウエット液ノズル PN、現像液ノズル DNa, DNb およびリンス液ノズル RN は、それぞれノズル走査機構 SCp, SCn および SCr によって搬送路 108 の上方を搬送路 108 と平行に移動するようになっている。

【0063】

図 5 に、ノズル走査機構 SC（SCp, SCn, SCr）の一構成例を示す。このノズル走査機構 SC は、可動ノズル N（PN, DNa, DNb, RN）を支持す

るための断面が逆さコ字状のノズル搬送体 150 と、搬送路 108 の上方で搬送路 108 と平行にノズル搬送体 150 を案内するためのガイドレール（図示せず）と、該ガイドレールに沿って移動するようにノズル搬送体 150 を駆動する走査駆動部 152 とを有する。

【0064】

走査駆動部 152 は、たとえば、ノズル搬送体 150 に 1 本または複数本の垂直支持部材 154 を介して結合された 1 本または複数本の無端ベルト 156 をガイドレールと平行に（つまり搬送路 108 と平行に）駆動プーリ 158 と遊動プーリ 160 との間に架け渡し、駆動プーリ 158 を電気モータ 162 の回転軸に作動結合してなる。電気モータ 162 の回転駆動力がプーリ 158、160 およびベルト 156 を介してベルト長さ方向（X 方向）におけるノズル搬送体 150 の直進運動に変換される。電気モータ 162 の回転速度を制御することによってノズル搬送体 150 の直進移動速度を所望の値に調節し、電気モータ 162 の回転方向を切り替えることによってノズル搬送体 150 の直進移動方向を切り替えることができる。

【0065】

ノズル搬送体 150 においては、左右両側面の内壁にたとえばエアシリンダ等のアクチュエータからなる昇降駆動部 166 がそれぞれ取り付けられており、それら左右一対の昇降駆動部 166 の間にたとえば中空管からなる水平支持棹 168 が水平に架け渡されている。そして、この水平支持棹 168 の中心部から垂直下方に延在するたとえば中空管からなる垂直支持棹 170 の下端部に筒状の可動ノズル N が吐出口を下に向けて水平に取り付けられている。ノズル N の吐出口は、搬送路 108 の幅方向で基板 G の一端から他端までほぼ均一に処理液を供給できる範囲でノズル長手方向に一定間隔で多数形成された貫通孔でよく、あるいは 1 つまたは複数のスリットでもよい。

【0066】

ノズル搬送体 150 内で、可動ノズル N は、昇降駆動部 170 の昇降駆動により水平支持棹 168 および垂直支持棹 170 を介して昇降可能となっており、搬送路 108 上の基板 G に向けて処理液を吐出するための高さ位置と処理液を吐出

しない間に搬送路 108 から退避しておくための高さ位置との間で上下移動できるようにになっている。水平支持棹 168 の一端部には搬送路 108 の外に設置されている処理液供給源（現像液の場合は現像液循環再利用システム 180）からの可撓性の処理液供給管 172 が引き込まれている。この処理液供給管 172 は、水平支持棹 168 および垂直支持棹 170 の中を通してノズル N の処理液導入口に接続されている。

【0067】

次に、この現像ユニット（DEV）94 における全体の作用を説明する。基板搬入部 110 は、隣の基板搬送機構（図示せず）から基板 G を 1 枚単位で受け取って搬送路 108 に移載する。搬送路 108 を構成するコロ 182（図 6）は上記したように伝動機構を介して電気モータの回転駆動力で回転しているため、搬送路 108 に載った基板 G は直ちに隣の現像部 112 へ向けて搬送される。

【0068】

現像部 112 において、基板 G は、先ずプリウエット部 124 に搬入され、コロ搬送中にプリウエット液ノズル PN よりプリウエット液としてたとえば純水を吹き付けられる。この実施形態では、図 5 につき上述したようなノズル走査機構 SCp の走査駆動によりノズル PN が搬送路 108 に沿って水平に移動しながら搬送中の基板 G の上面（被処理面）に向けてプリウエット液を吹き付ける。基板 G に当たって基板の外に飛び散ったプリウエット液または基板 G に当たらなかったプリウエット液は、搬送路 108 の下に設置されているプリウエット液パン 132 に受け集められる。

【0069】

搬送路 108 上の基板 G に向けてプリウエット液を吐出しながらノズル PN を走査させる方向を基板搬送方向と逆向きに設定した場合は、ノズル走査速度 v_N と基板搬送速度 v_G とを足し合わせた相対速度（ $v_N + v_G$ ）でノズル N（PN）が基板 G の前端から後端まで走査することになり、基板 G のサイズが大きくてもごく短時間のうちに基板 G の被処理面（レジスト表面）全体をプリウエット液で濡らすことができる。

【0070】

プリウエット部 124 内で基板 G が下流側の所定位置に着くと、基板傾斜機構 130 が作動して基板 G を搬送路 108 より上に持ち上げて後向きに傾斜させる。この基板 G の傾斜姿勢により、基板 G 上に残留または付着しているプリウエット液の大部分が基板後方に流れ落ちてプリウエット液パン 132 に回収される。

【0071】

プリウエット部 124 で上記のようなプリウエット処理を受けた基板 G は、次に搬送路 108 に乗って現像処理部 126 に搬入される。現像処理部 126 では、最初のモジュール M3 を通過する間に現像液ノズル DNa より現像液を吹き付けられ、次のモジュール M4 を通過する間にも現像液ノズル DNb より現像液を吹き付けられる。各現像液ノズル DNa, DNb は、図 5 につき上述したようなノズル走査機構 SC_N の走査駆動により搬送路 108 の上方で搬送路 108 に沿って水平に移動しながらコロ搬送中の基板 G の上面（被処理面）に向けて現像液を吹き付ける。この現像液の吹き付けで基板 G の外に落ちた液は、搬送路 108 の下に設置されている現像液パン 134 に受け集められる。

【0072】

上記したプリウエット部 124 と同様に、現像処理部 126 においても、搬送路 108 上の基板 G に向けて現像液を吐出しながらノズル DN を走査させる方向を基板搬送方向と逆向きに設定してよい。これにより、ノズル DN がノズル走査速度 v_N と基板搬送速度 v_G とを足し合わせた相対速度 ($v_N + v_G$) で基板 G の前端から後端まで走査することになり、基板 G のサイズが大きくてもごく短時間のうちに基板 G の被処理面（レジスト表面）全体に現像液を供給することができる。なお、基板 G の被処理面に対する現像液の供給を上記のようなスプレー方式に代えてパドル方式とすることも可能であり、現像液ノズル DNa, DNb をスプレー型から液盛り型の吐出構造に交換すればよい。パドル方式では、プリウエット部 124 が不要となる。

【0073】

この実施形態では、モジュール M3, M4 毎に個別の現像液ノズル DNa, DNb とノズル走査機構 SC_N を設けているため、搬送路 108 上の基板 G に対して時間的かつ空間的なインターバルを置いて現像液を複数回供給可能であり、1 回目

と 2 回目とで現像液の特性を変えることもできる。

【0074】

現像処理部 126 で上記のようにして被処理面全体に現像液を供給された基板 G はそのまま搬送路 108 に乗って現像液落とし部 128 に搬入される。そして、現像液落とし部 128 内で下流側の所定位置に着くと、そこに設置されている基板傾斜機構 130 が作動して基板 G を搬送路 108 より上に持ち上げて基板 G を搬送方向に、しかもたとえば前向き、つまり前工程を行う現像処理部 126 側が上側となるように基板 G を傾斜させる。この傾斜姿勢により、基板 G 上に盛られていた現像液の大部分が基板前方に流れ落ちて現像液パン 134 に受け集められる。このように、前工程を行う現像処理部 126 側が上側となるように基板 G を傾斜させるので、現像液落とし部 128 で基板 G を傾けて液切りを行う際に、現像液パン 134 にて跳ね返った液が現像処理部 126 側の基板 G に付着する可能性を低減できる。現像液パン 134 に受け集められた現像液は、パン 134 の底の排液口 134a より排液管 142 を通って現像液循環再利用システム 180 に送られる。

【0075】

現像部 112 で上記のような現像液の供給と回収を終えた基板 G は、搬送路 108 に乗ってリンス部 114 に搬入される。リンス部 114 では、図 5 につき上述したようなノズル走査機構 SC_R の走査駆動によりリンス液ノズル RN が搬送路 108 に沿って水平に移動しながら搬送中の基板 G の上面（被処理面）に向けてリンス液たとえば純水を吹き付ける。基板 G の外に落ちたリンス液は、搬送路 108 の下に設置されているリンス液パン 136 に受け集められる。

【0076】

リンス部 114 においても、搬送路 108 上の基板 G に向けて現像液を吐出しながらノズル RN を走査させる方向を基板搬送方向と逆向きに設定してよい。これにより、ノズル RN がノズル走査速度 v_N と基板搬送速度 v_G とを足し合わせた相対速度 $(v_N + v_G)$ で基板 G の前端から後端まで走査することになり、基板 G のサイズが大きくてもごく短時間のうちに基板 G の被処理面（レジスト表面）全体にリンス液を供給して、速やかにリンス液への置換（現像停止）を行うことが

できる。なお、基板Gの裏面を洗浄するためのリンス液ノズル（図示せず）を搬送路108の下に設けてもよい。

【0077】

リンス部114で上記のようなリンス工程を終えた基板Gは、搬送路108に乗って乾燥部116に搬入される。乾燥部116では、搬送路108上を搬送される基板Gに対して所定位置に設置した上下のベーパーナイフVN_U、VN_Lより基板上面（被処理面）および裏面にナイフ状の鋭利な水蒸気流を当てることにより、基板Gに付着している液（主にリンス液）を基板後方へ払い落す（液切りする）。

【0078】

乾燥部116で液切りされた基板Gはそのまま搬送路108に乗って基板搬出部118に送られる。基板搬出部118は、基板搬入部110と同様の構成を有しており、基板搬送方向が搬入と搬出とで反対になるだけで基板搬入部110と同様に動作する。つまり、基板受け渡し用のリフトピン122を搬送路108よりも低い位置に待機させて基板Gが上流側（乾燥部116）から流れてくるのを待ち、基板Gがリフトピン122の直上の所定位置に着いたならリフトピン122を上方へ突き上げて基板Gを水平姿勢で持ち上げ、隣の基板搬送機構（図示せず）へ渡す。

【0079】

この現像ユニット（DEV）94では、搬送路108上で多数の基板Gを所定の間隔を置いて一列に搬送しながらプリウエット部124、現像処理部126、現像液落とし部128、リンス部114および乾燥部116で各処理を順次施すようにしており、いわばパイプライン方式による高効率または高スループットの現像処理工程を実現することができる。

【0080】

次に、図6および図7につきこの実施形態における現像液循環再利用システム180の構成を説明する。図6に示すように、この現像液循環再利用システム180は、たとえば3個の現像液容器すなわち回収タンク184、調合タンク186および供給タンク188を有している。

【0081】

回収タンク 184 は、現像処理部 126 および現像液落とし部 128 より回収した現像液を一時的に貯留するための容器である。この回収タンク 184 には、現像液パン 134 からの排液管 142 と、調合タンク 186 に通じる転送管 190 と、ドレインタンク（図示せず）に通じるドレイン管 192 が接続される。転送管 190 およびドレイン管 192 の途中には開閉弁 194, 196 がそれぞれ設けられる。

【0082】

調合タンク 186 は、回収した現像液のアルカリ濃度つまり TMAH 濃度を次の再利用のための濃度値に調整するための容器である。この調合タンク 186 には、回収タンク 184 からの転送管 190 と、TMAH 原液供給源 198 からの TMAH 原液供給管 200 と、溶媒供給源 202 からの溶媒供給管 204 と、供給タンク 188 に通じる転送管 206 と、ドレインタンク（図示せず）に通じるドレイン管 208 が接続される。TMAH 原液供給管 200、溶媒供給管 204、転送管 206 およびドレイン管 208 の途中には開閉弁 210, 212, 214, 216 がそれぞれ設けられる。さらに、調合タンク 186 には、タンク内の現像液をかき混ぜるための循環用配管 218 およびポンプ 220 が接続されるとともに、タンク内現像液のレジスト濃度およびアルカリ濃度を測定するための濃度測定部 222 も接続されている。

【0083】

供給タンク 188 は、調合タンク 186 で TMAH 濃度を調整された現像液を現像処理部 126 の現像液ノズル DN へ供給する前に一時的に貯留するための容器である。この供給タンク 188 には、調合タンク 186 からの転送管 206 と、現像液ノズル DN に通じる現像液供給管 224 と、ドレインタンク（図示せず）に通じるドレイン管 225 が接続される。転送管 206 の途中には上記開閉弁 214 のほかにポンプ 226 も設けられてよい。現像液供給管 224 の途中にはポンプ 228、フィルタ 230、開閉弁 232 が設けられ、必要に応じて圧力制御弁または流量制御弁（図示せず）等も設けられてよい。ドレイン管 225 の途中には開閉弁 234 が設けられる。現像液供給管 224 には、開閉弁 232 より

も下流側の位置で、TMAH新液供給源235からのTMAH新液供給管236が接続されている。TMAH新液供給管236の途中には開閉弁238が設けられる。

【0084】

濃度測定部222は、調合タンク186内の現像液をモニタ管242を介して取り込んで、現像液のレジスト濃度およびアルカリ濃度を測定する。レジスト濃度の測定には、たとえば吸光光度法を用いることができる。アルカリ濃度の測定には、たとえば導電率測定法を用いることができる。

【0085】

制御部240は、マイクロコンピュータを含み、このシステム180内の各部、特に開閉弁（194，196，210，212，214，216，232，238）およびポンプ（220，226，228）等を制御する。さらに、制御部240は、濃度測定部222で得られたレジスト濃度測定値を基に、調合タンク186内の現像液について次の再利用のためのアルカリ濃度値を割り出す手段を有している。

【0086】

制御部240は、このアルカリ濃度値割り出し手段として、図7に示すように現像レートを一定に維持するための（したがって現像均一性を確保するための）レジスト濃度とTMAH濃度との対応関係または関数をたとえばルックアップテーブルでデータベース化している。たとえば、現像レートK2（一定値）を維持する場合、或るレジスト濃度値Raを与えられると、ルックアップテーブルを参照することにより、Raに対応するTMAH濃度値Taを割り出すことができる。また、別のレジスト濃度値Rbを与えられると、上記と同様にルックアップテーブルを参照して、Rbに対応するTMAH濃度値Tbを割り出すことができる。図7の特性曲線によれば、レジスト濃度がRaからRbに増大したときは、TMAH濃度をTaからTbに減少させるような調整を行うことで、現像レートを所望の値K2（一定値）に維持できることがわかる。このようなルックアップテーブルは、たとえば実験値データに基づいてメモリ上に構築することができる。

【0087】

次に、この現像液循環再利用システム 180 の作用を説明する。上記のように、現像処理部 126 では基板 G の周縁部から現像液がこぼれ落ちて現像液パン 134 に受け集められ、現像液落し部 128 では基板 G の傾斜姿勢により基板 G の被処理面全体から現像液が流れ落ちて現像液パン 134 に受け集められる。

【0088】

現像液パン 134 に受け集められた現像液は、パン底の排液口 134 a から排液管 142 を通って回収タンク 184 に回収される。回収タンク 184 に蓄積される現像液の量は、現像処理回数つまり基板の処理枚数が増えるにしたがって増大する。処理枚数のカウント値が一定値に達する度に、制御部 240 の制御の下で開閉弁 194 が開けられ、回収タンク 184 に溜まっている回収現像液が転送管 194 を通って調合タンク 186 に転送される。この際、調合タンク 186 を予め空にしておくのが好ましい。

【0089】

回収タンク 184 から調合タンク 186 に回収現像液が移された後、開閉弁 194 が閉状態に戻る。一方、濃度測定部 222 は、調合タンク 186 内の現像液を一部採取して、吸光光度法によりレジスト濃度を測定し、測定結果（レジスト濃度測定値）を制御部 240 に送る。制御部 240 は、濃度測定部 222 よりレジスト濃度測定値を受け取ると、上記のようなルックアップテーブルを参照して、予め設定した現像レートを一定に維持するための該レジスト濃度測定値に対応する TMAH 濃度値を割り出す。なお、現像レートを線幅 CD (Critical Dimension) に置き換えて設定することも可能である。

【0090】

そして、制御部 240 の制御の下で、調合タンク 186 内の現像液の TMAH 濃度が上記のようにして割り出された TMAH 濃度値になるように、現像液の成分調整が行われる。より詳細には、TMAH 原液供給管 200、溶媒供給管 204 およびドレイン管 208 のそれぞれの開閉弁 210, 212, 216 が適宜開けられる。開閉弁 210 が開けられると、TMAH 原液供給源 198 より TMAH 原液としてたとえば TMAH の 20% 水溶液が TMAH 原液供給管 200 を通って調合タンク 186 内に送り込まれる。開閉弁 212 が開けられると、溶媒供

給源 202 より溶媒としてたとえば純水が溶媒供給管 204 を通って調合タンク 186 内に送り込まれる。開閉弁 216 が開けられると、調合タンク 186 内の現像液がドレイン管 208 を通って外へ排出（廃棄）される。

【0091】

こうして、調合タンク 186 内の現像液に TMAH 原液（TMAH 20% 水溶液）および／または溶媒（純水）を加える調合により、現像液のレジスト濃度をほぼ一定に維持しつつ、現像液の TMAH 濃度を变化させる。通常は、現像液の使用回数つまりリサイクル数が増えるにしたがってレジスト濃度が上昇することから、図 7 につき上述したように、TMAH 濃度を下げる方向に変化させることになる。したがって、主として調合タンク 186 内の現像液に溶媒（純水）を加える調合によって次の再利用のための TMAH 濃度調整を行うことができる。

【0092】

この調合処理の際には、循環ポンプ 220 が作動して、調合タンク 186 内の現像液がかき混ぜられる。濃度測定部 222 は、調合タンク 186 内の現像液を随時採取して、導電率測定法によりアルカリ濃度つまり TMAH 濃度を測定し、測定結果（TMAH 濃度測定値）を制御部 240 に送る。制御部 240 は、濃度測定部 222 からの TMAH 濃度測定値が上記の割り出し濃度値に達したところで、開閉弁 210、212、216 を全て閉状態に戻し、循環ポンプ 220 を止める。

【0093】

上記のような TMAH 濃度調整のための調合処理が終了した後、適当な時機を見計らって調合タンク 186 内の現像液は供給タンク 188 へ移される。制御部 240 の制御の下で、供給タンク 188 の中をいったん空にしてから、転送管 206 の開閉弁 214 が開いて、ポンプ 226 が作動してよい。こうして、供給タンク 188 には、調合タンク 186 で TMAH 濃度を調整されたりサイクル現像液がまとまって補給される。

【0094】

現像処理部 126 で上記のように各基板 G の被処理面に現像液を吹き付け、または液盛りする際には、制御部 240 の制御の下で開閉弁 232 が開いて、ポン

プ228の駆動により供給タンク188内の現像液が現像液供給管224を通過して現像液ノズルDNへ送られる。基板G上のレジスト膜は現像液ノズルDNより供給された現像液に浸かり、レジストパターン以外の不要な部分（感光部分もしくは非感光部分）が現像液中に溶解する。ここで、当該再利用現像液にあつては、以前に溶け込んだレジストの成分（樹脂）がリサイクル数に比例した量だけ蓄積している一方で、上記のような調合タンク186における成分調整によりTMAH濃度が基準値（2.38%）よりもリサイクル数に比例した割合で低くなっている。このことにより、今回の再利用でも、前回の再利用のときと変わらない一定の現像レートで現像処理が行なわれ、CD均一性または現像均一性が確保される。

【0095】

なお、必要に応じて、上記のような供給タンク188からの再利用現像液の供給を止めて、TMAH新液供給源235からの新液（2.38% TMAH水溶液）の供給に切り換えることも可能である。この場合、新液つまり新規現像液は、現像処理部126で一度使用された後は、上記のような回収機構によって回収現像液に組み込まれる。そして、調合タンク186でTMAH濃度調整のための成分調整または調合処理を受けたのち、供給タンク188を経由して再利用に附される。

【0096】

上述したように、この現像液循環再利用システム180では、現像液を再利用するに際して、現像液のTMAH濃度を従来技術のように新液と同じ基準値（2.38%）に維持するのではなく、現像レートに対するレジスト成分の影響をレジスト濃度に応じてキャンセルするようなTMAH濃度値に調整することにより、現像均一性を確保するようにしている。また、このように現像液を高い信頼性で何度も有効に再利用できるため、現像液の使用量を大幅に節約できる。

【0097】

なお、現像液の再利用回数が増えるにつれて、現像液中に解け込むレジストの量も増大する。通常の吸光光度法はレジスト濃度の測定範囲に限界（たとえば0.1～1.5 Abs.）があるため、この実施形態では現像液自体の再利用が可

能であってもレジスト濃度測定範囲の限界から再利用回数が制限されるおそれが出てくる。この問題に対しては、濃度測定部 222 において、調合タンク 186 より取り込んだサンプルの現像液を所定の混合比で溶媒で希釈し、その希釈現像液のレジスト濃度を吸光光度法により測定して、希釈現像液のレジスト濃度測定値をサンプル現像液のレジスト濃度測定値に換算するようにしてよい。

【0098】

図 8 に、濃度測定部 222 におけるレジスト濃度測定部の一構成例を示す。このレジスト濃度測定部は、透明な測定容器 242 と、この測定容器 242 を挟んで対向配置された発光素子 244 および受光素子 246 と、測定容器 242 に調合タンク 186（図 6）内の現像液を供給するための液量制御可能なポンプたとえばシリンダ型ポンプ 248 と、測定容器 242 に溶媒容器（図示せず）からの溶媒たとえば純水を供給するための液量制御可能なポンプたとえばシリンダ型ポンプ 250 と、レジスト濃度測定のための演算処理を行うための測定回路 252 とを有している。測定容器 242 の底に設けられた排液口 242a にドレイン管 254 が接続され、このドレイン管 254 に開閉弁 256 が設けられている。測定回路 252 は、各部を制御するための制御回路を含んでいる。

【0099】

このレジスト濃度測定部において、通常は、ポンプ 248 を通じて調合タンク 186（図 6）内の現像液だけを測定容器 242 に取り込む。そして、発光素子 244 より所定（既知）の光強度を有する光線 L0 を出射させて、この光線 L0 を測定容器 242 内のサンプル液（現像液）に入射させ、反対側に透過した光線 L1 を受光素子 246 に受光させて透過光線 L1 の光強度を測定する。測定回路 252 は、入射光 L0 および透過光 L1 のそれぞれの光強度の比から適当な補正をかけてサンプル液のレジスト濃度測定値を演算する。

【0100】

こうして得られるレジスト濃度測定値が測定範囲の上限または飽和値（1.5 Abs.）に達したときは、調合タンク 186 からの現像液と溶媒容器からの純水とを所定の混合比たとえば 1：2 で測定容器 242 に取り込んで、レジスト濃度を 1/3 に下げた希釈現像液を調製する。そして、この測定容器 242 内の希

現像液について上記と同様の吸光度法によりレジスト濃度を測定してから、換算により（このレジスト濃度測定値に希釈率の逆数つまり3を乗じることで）、調合タンク186内の現像液のレジスト濃度測定値を得ることができる。

【0101】

もともと、レジスト濃度が高くなりすぎると、現像均一性を維持することは難しくなるので、換算後のレジスト濃度測定値が所定の許容上限値たとえば2.0 Abs. に達したときは、調合処理を中止して、調合タンク186内の現像液を廃棄してよい。

【0102】

上記した実施形態では、調合タンク186に収容された回収現像液のレジスト濃度を測定し、その測定結果（レジスト濃度測定値）に応じて現像均一性を得るためのアルカリ濃度値を割り出し、その割り出したアルカリ濃度値になるように現像液の成分を調整するようにした。

【0103】

別の方式として、調合タンク186に収容された回収現像液のアルカリ濃度を測定し、その測定結果（アルカリ濃度測定値）に応じて現像均一性を得るためのレジスト濃度値を割り出し、その割り出したレジスト濃度値になるように現像液の成分を調整する方法も可能である。この場合、濃度測定部222は、上記と同様に導電率測定法によって回収現像液のアルカリ濃度（TMAH濃度）を測定することができる。また、制御部240は、上記と同様に現像レートを一定に維持するためのレジスト濃度とTMAH濃度との対応関係または関数をデータベース化したルックアップテーブルを参照して、TMAH濃度測定値を基にこれと対応するレジスト濃度測定値を割り出すことができる。

【0104】

そして、制御部240の制御の下で、調合タンク186内の現像液のレジスト濃度が上記のようにして割り出されたレジスト濃度値になるように、現像液の成分調整を行えばよい。通常は、再利用を重ねることによってTMAH濃度測定値が低くなるため、現像均一性を確保するためには図7の関係からレジスト濃度を下げる方向に調整することになる。調合タンク186内の現像液のレジスト濃度

を下げるためには、ドレイン管 208 を通じた排液により現像液を減らすと同時に TMAH 原液 (TMAH 20% 水溶液) および溶媒 (純水) を適宜加えればよい。なお、調合処理に際して、調合タンク 186 に新液 (TMAH 2.38% 水溶液) を供給することも可能である。

【0105】

この場合、濃度測定部 222 は調合タンク 186 内の現像液を随時採取して、吸光光度法によりレジスト濃度を測定し、測定結果 (レジスト濃度測定値) を制御部 240 に送る。制御部 240 は、濃度測定部 222 からのレジスト濃度測定値が上記の割り出したレジスト濃度値に達したところで開閉弁 210, 212, 216 を全て閉状態に戻し、循環ポンプ 220 を止めて、調合処理を終了する。

【0106】

上記した実施形態は、平流し方式の現像ユニット (DEV) 94 に係わるものであった。しかし、本発明は、上記のような平流し方式に限定されるものではなく、たとえば基板を回転させることによって基板の被処理面に現像液を供給するスピン方式や、現像液中に基板を浸漬させるディップ方式など種々の現像方法または現像装置に適用可能である。また、現像液の種類も TMAH 水溶液に限るものではなく、他のアルカリ水溶液も可能である。

【0107】

また、本発明における被処理基板は LCD 用のガラス基板に限らず、フラットパネルディスプレイ用の各種基板や、半導体ウエハ、CD 基板、ガラス基板、フォトマスク、プリント基板等も可能である。

【0108】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の現像方法または現像装置によれば、現像液を多数回再利用しても現像均一性を確保することができる。さらには、現像液を高い信頼性で何度も有効に再利用できるので、現像液の消費量を大幅に節約することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の現像方法および現像装置が適用可能な塗布現像処理システムの構成を示す平面図である。

【図 2】

図 1 の塗布現像処理システムにおける第 1 の熱的処理部の構成を示す側面図である。

【図 3】

図 1 の塗布現像処理システムにおける処理手順を示すフローチャートである。

【図 4】

実施形態における現像ユニットの全体構成を示す側面図である。

【図 5】

実施形態におけるノズル走査機構の構成例を示す斜視図である。

【図 6】

実施形態における現像液循環再利用システムの全体構成を示すブロック図である。

【図 7】

実施形態において現像レートを一定に維持するためのレジスト濃度と TMAH 濃度との関係を示す図である。

【図 8】

実施形態の濃度測定部におけるレジスト濃度測定部の一構成例を示すブロック図である。

【符号の説明】

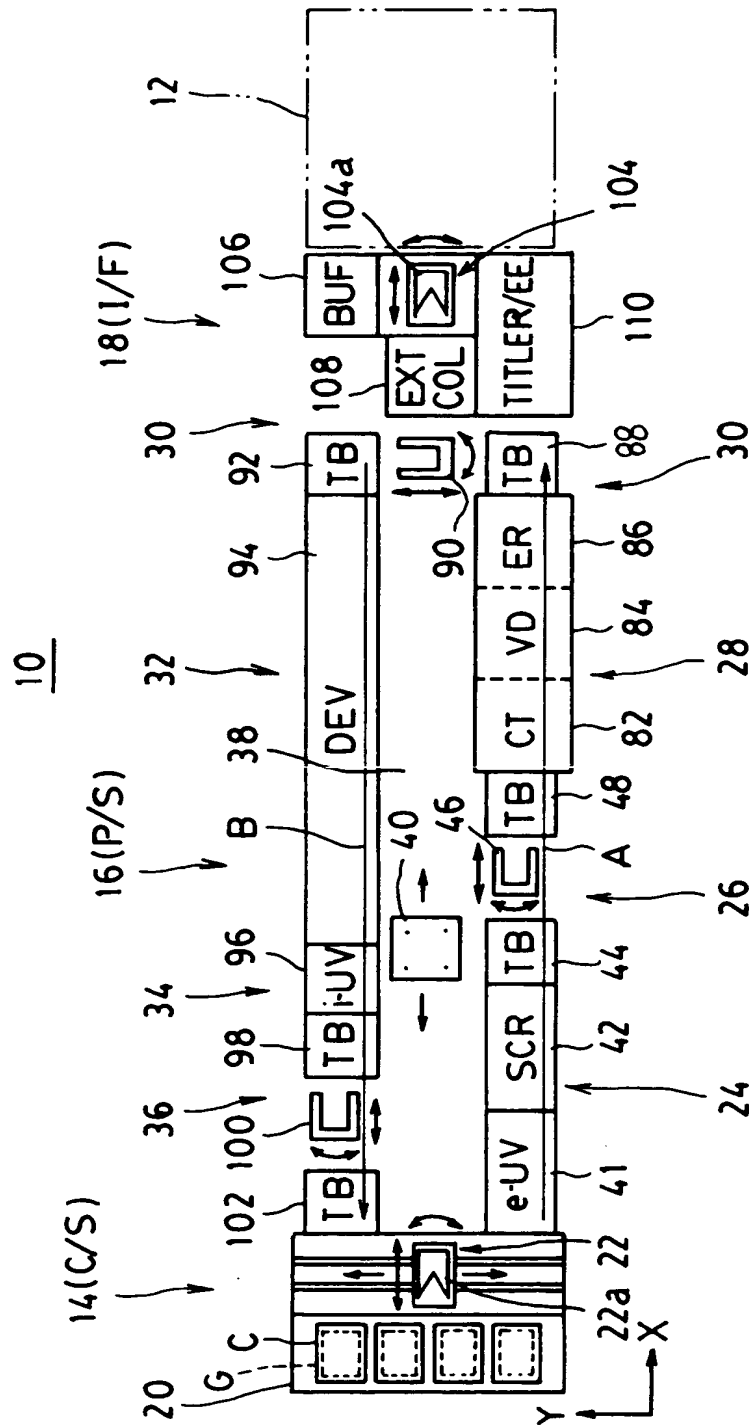
- 9 4 現像ユニット (DEV)
- 1 1 2 現像部
- 1 2 6 現像処理部
- 1 2 8 現像液落とし部
- 1 3 4 現像液パン
- 1 4 2 排液管
- 1 8 0 現像液循環再利用システム
- 1 8 4 回収タンク

1 8 6	調合タンク
1 8 8	供給タンク
1 9 8	TMAH原液供給源
2 0 2	溶媒供給源
2 2 2	濃度測定部
2 4 0	制御部

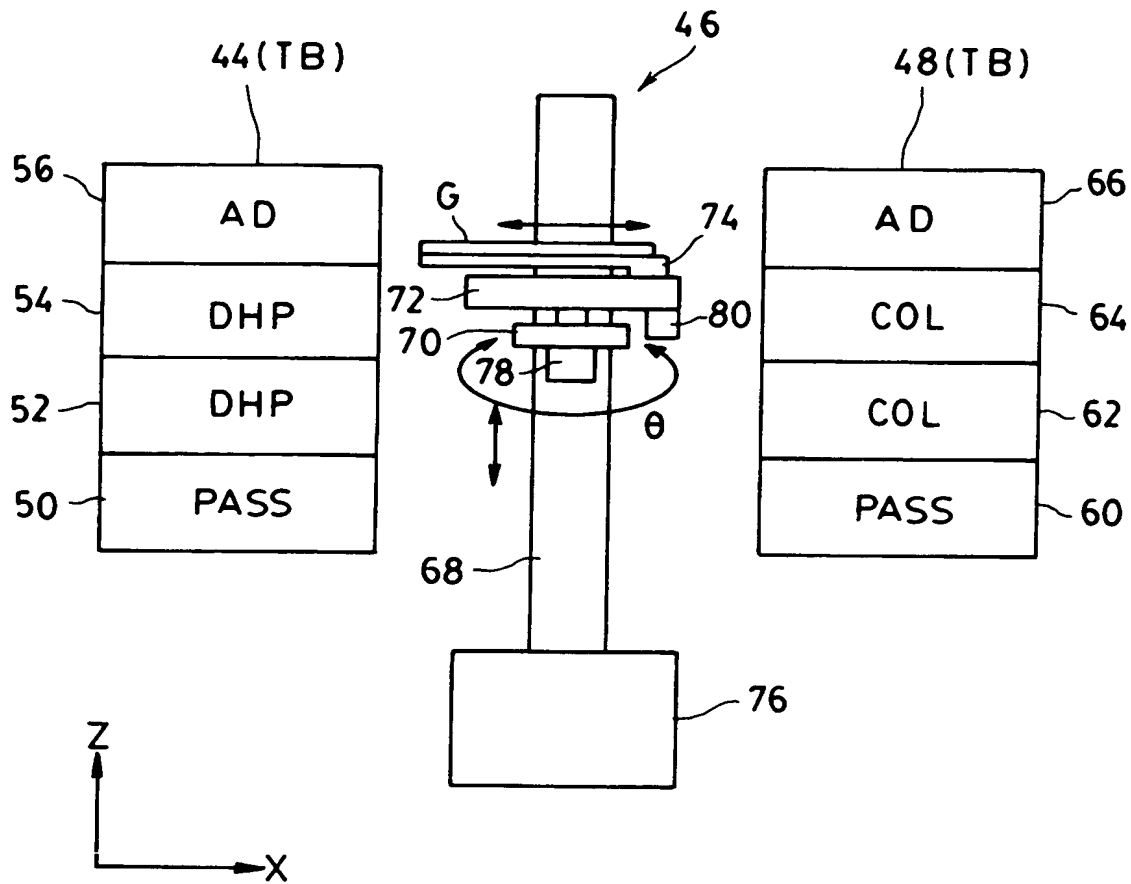
【書類名】

凶面

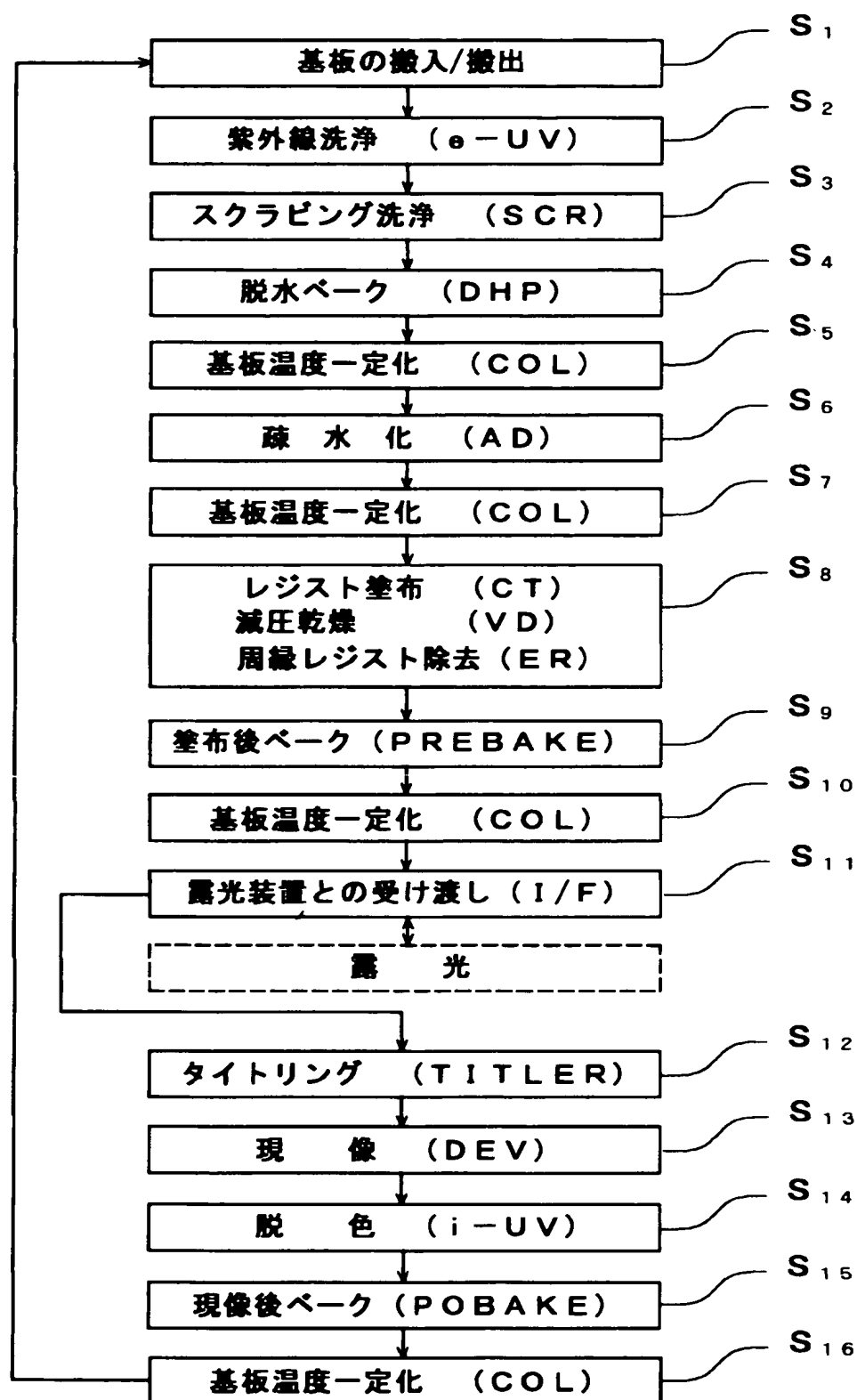
【図 1】



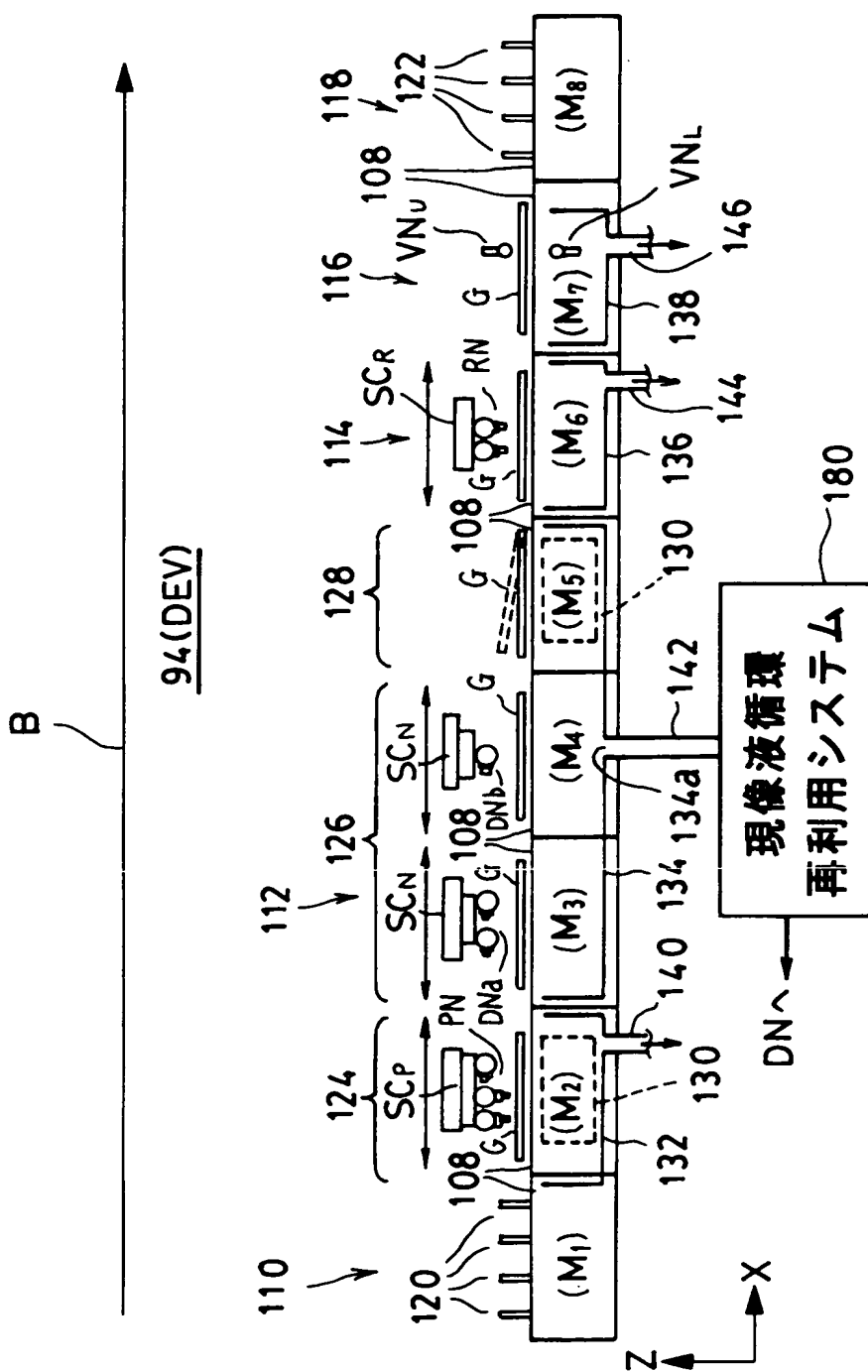
【図 2】



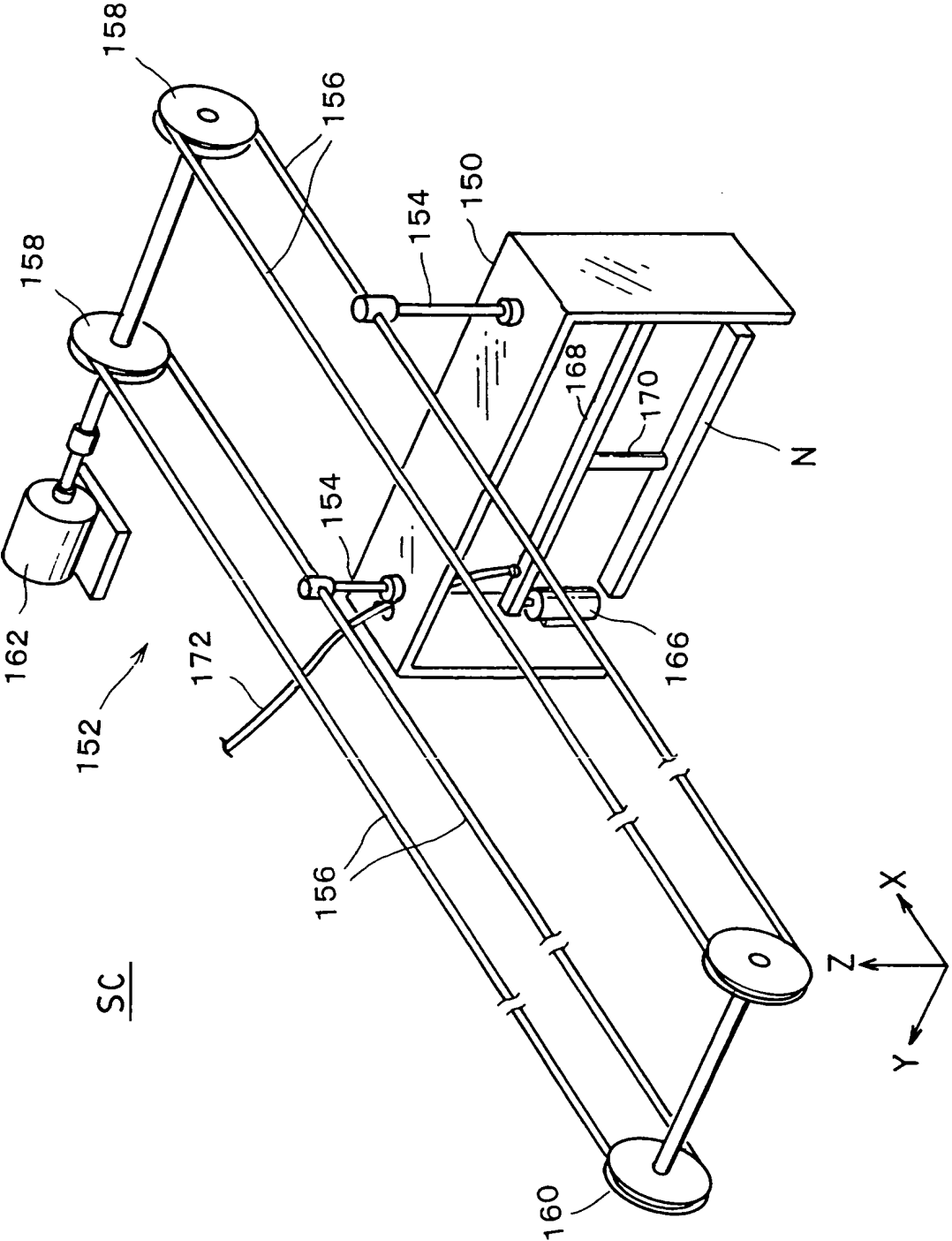
【図 3】



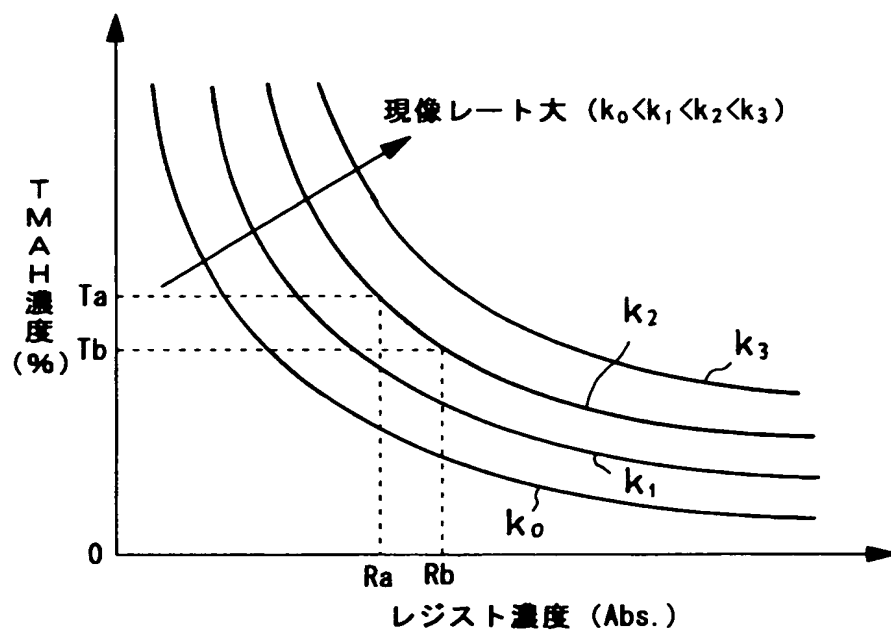
【図 4】



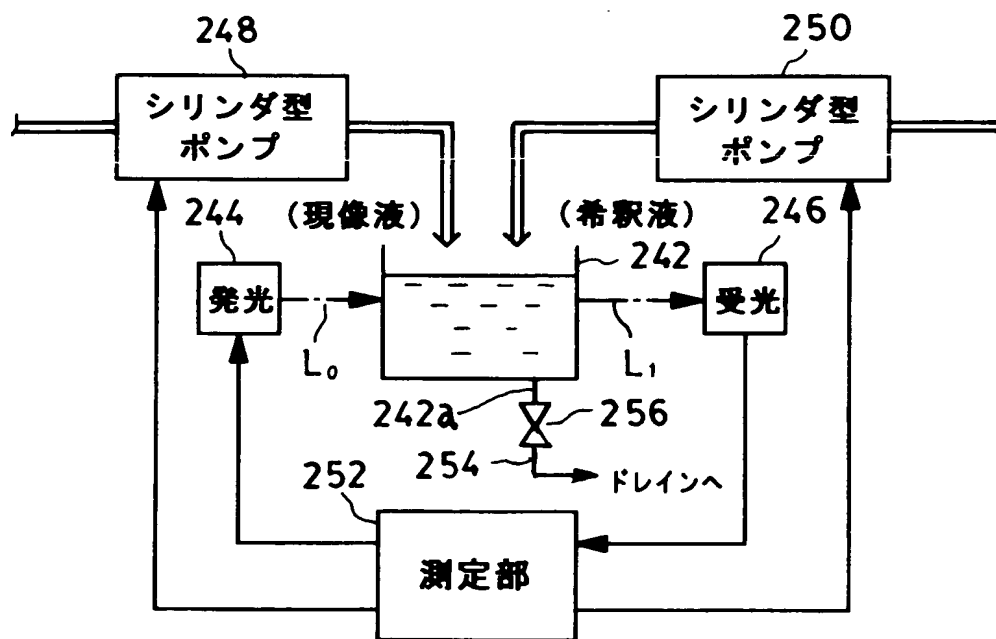
【図 5】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 現像処理において現像液を多数回再利用しても現像均一性を確保すること。

【解決手段】 濃度測定部 222 は、調合タンク 186 内の現像液を一部採取して、吸光光度法によりレジスト濃度を測定し、測定結果（レジスト濃度測定値）を制御部 240 に送る。制御部 240 は、調合タンク 186 内の現像液の TMAH 濃度が現像レートを一定に維持するためのレジスト濃度測定値に対応する TMAH 濃度値になるように、TMAH 原液供給管 200、溶媒供給管 204 およびドレイン管 208 のそれぞれの開閉弁 210, 212, 216 を制御して、現像液の成分調整を行う。調合タンク 186 から供給タンク 188 へ移されるた現像液はポンプ 228 の駆動により現像液供給管 224 を通って現像処理部 126 の現像液ノズル DN へ送られる。

【選択図】 図 6

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 3 3 2 5 7 8
受付番号	5 0 2 0 1 7 3 2 3 2 1
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0 0 9 4
作成日	平成 1 4 年 1 1 月 1 8 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成14年11月15日

次頁無

識別番号

1994年 9月 5日

住所変更

東京都港区赤坂5丁目3番6号

東京エレクトロン株式会社

2003年 4月 2日

住所変更

東京都港区赤坂五丁目3番6号

氏 名